

# PERBANDINGAN BEBERAPA PARAMETER OPERASI MESIN MOBIL INJEKSI TERHADAP PENGGUNAAN BAHAN BAKAR BENJIN DAN CAMPURAN METANOL-BENJIN M15

Nazaruddin Sinaga<sup>1</sup>, Dharigra Alcita<sup>2</sup>,

<sup>1</sup>Dosen Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Dipon

<sup>2</sup>Mahasiswa Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro  
Jl. Prof. Sudharto, SH., Tembalang-Semarang 50275, Telp. +62247460059

\*E-mail: [dhariagra@gmail.com](mailto:dhariagra@gmail.com)

## Abstract

*M15 merupakan campuran metanol ( $\text{CH}_3\text{OH}$ ) – bensin dengan ratio 15:85. Keunggulan metanol adalah mempunyai angka oktan yang lebih tinggi dari pada bensin yaitu 109, kemudian metanol memiliki kandungan oksigen yang tinggi hingga 50% [1]. Pada penelitian ini bahan bakar ditambah dengan zat aditif 1,2-Propylene Glycol sebanyak 7mL per liter bahan bakar. Kemudian pada injektor bensin mesin mobil dipasang Metanol Injection Controller. Proses pengujian dilakukan pada posisi gigi ke-3 transmisi mobil. Proses pengambilan data parameter operasi mesin menggunakan Engine Scanner Auterra Dashdyno, parameter yang diambil adalah kecepatan mobil, air flow rate, fuel rate, air fuel ratio, ignition time advance, absolute throttle position, dan instant economy. Pada beberapa grafik didapat berbagai fenomena yang terjadi, khususnya terdapat daerah efisiensi bahan bakar yang rendah. Hasil perbandingan nilai beberapa parameter yang diuji antara M15 dan bensin nilainya hampir sama khususnya pada kondisi idle hingga kecepatan dibawah 5000 rpm pada posisi gigi 3.*

**Keywords:** Methanol; M15; Operation Parameters; Fuel Injection Car

## 1. Pendahuluan

Energi saat ini menjadi topik yang hangat dibicarakan di dunia dan menjadi salah satu masalah penting yang dihadapi bangsa Indonesia. Salah satu cara untuk efisiensi bahan bakar yang diterapkan di Indonesia adalah teknik mengemudi *Smart Driving*[9]. Selain itu semakin kecilnya pertumbuhan bahan bakar minyak khususnya premium terhadap laju pertumbuhan kendaraan pengguna premium menuntut adanya bahan bakar pengganti yang jumlahnya masih banyak atau prospek pertumbuhan produksinya masih tinggi. Salah satu bahan bakar tersebut adalah metanol ( $\text{CH}_3\text{OH}$ ). Penelitian ini bertujuan untuk melihat perbedaan beberapa parameter operasi mesin mobil dengan bahan bakar M15 dan bensin. Pada penelitian ini penggunaan metanol dicampur dengan bahan bakar premium dengan takaran 15% metanol dan 85% premium atau biasa disebut M15, kemudian ditambah dengan zat aditif 1,2-Propylene Glycol sebanyak 7mL per liter bahan bakar. Bahan bakar tersebut diuji pada mesin bensin sistem injeksi yaitu mesin

mobil Mitsubishi Mirage 1,2L. Pada mesin tersebut di bagian injektor bensin dipasang alat *Metanol Injection Controller*, alat tersebut berguna untuk memanipulasi nilai volume bahan bakar dari ECU mobil yang harus diinjeksikan pada ruang bakar sehingga nilainya sesuai dengan yang dibutuhkan ruang bakar dengan bahan bakar campuran M15. Beberapa keunggulan metanol adalah mempunyai angka oktan yang lebih tinggi dari pada bensin yaitu 109, kemudian metanol memiliki kandungan oksigen yang tinggi hingga 50% [1], selain itu metanol adalah salah satu energi terbarukan.

Persiapan yang diperlukan antara lain mempersiapkan bahan bakar yaitu premium dan campuran M15 yang sudah ditambah zat aditif, memasang alat *Methanol Injection Controller* pada injektor bahan bakar di mesin mobil, meletakkan roda mobil di atas *chassis dynamometer*, memasang tangki bahan bakar tambahan, menyiapkan data yang diperlukan untuk alat *engine scanner* dan memasang alat tersebut ke *port DLC* mobil.

## 2. Metode Penelitian

### 2.1 Alat

#### a. Mobil Uji

Kendaraan uji yang digunakan pada penelitian ini adalah Mitsubishi Mirage yang dipasarkan di Indonesia. Kendaraan uji yang digunakan dapat dilihat pada Gambar 1 dan spesifikasi kendaraan uji pada Tabel 1.



Gambar 1. Kendaraan uji Mitsubishi Mirage[2]

Tabel 1. Spesifikasi Mitsubishi Mirage 2015[3]

Spesifikasi Honda Mobilio 2015	
Tipe mesin	1.2 – liter, 12-valve, 3-cylinder, DOHC, MIVEC (3A92)
Sistem suplai Bahan bakar	ECI-MULTI
Kapasitas	1,193 cc
Perbandingan kompresi	10.5:1
Daya maksimum	77 (57kw) / 6000rpm
Momen Puntir Maksimum	10.2 (100 Nm) / 4000rpm
Standard Emisi	Euro-6

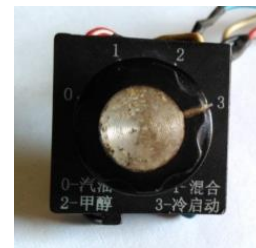
#### b. Methanol Injection Controller

Pada Gambar 2 merupakan gambar dari peralatan *Methanol Injection Controller*. Cara kerja sistem *Methanol Injection Controller* yaitu dengan mem-bypass perintah dari *Engine Controller Unit* ke injector bahan bakar, sehingga nilai *injection timing* berubah sesuai pilihan yang dipilih pada *switch controller*. Langkahnya, pertama pastikan port injector bahan bakar dan *Methanol Injection Controller* dapat berpasangan, jika tidak maka buatlah rangkaian kabel baru. Kedua masukkan hubungan port injector bahan bakar ke

*Methanol Injection Controller*. Rangkaian sudah selesai dihubungkan. Untuk penggunaan campuran M15, gunakan switch nomor 1.



Gambar 2. ECU Methanol Injection Controller



Gambar 3. Switch Methanol Injection Controller

#### c. Auterra DashDyno SPD

Auterra DashDyno SPD™ adalah alat yang digunakan untuk membaca dan mengukur parameter seperti konsumsi bahan bakar, dan performa mesin dalam penelitian ini. Alat ini dapat digunakan sebagai *scan tool*, *performance meter* dan *data logger*. *Scan tool* merupakan alat untuk membaca dan menghapus *trouble codes*, mematikan *malfunction indicator light* dan melihat *display vehicle freeze frame*. *Performance meter* yang diukur dalam alat ini adalah torsi, daya, tes akselerasi dan pengukuran *fuel economy*. Sedangkan *data logger* merupakan fungsi untuk merekam data parameter *engine* dari pembacaan sensor seperti MAF (*mass air flow*).



Gambar 4. Bagian – bagian Auterra DashDyno SPD™

Tabel 2. Spesifikasi produk Auterra DashDyno SPD[5]

Spesifikasi produk DashDyno SPD™	
Size	5.2" W x 2.4" H x 1.4" D
Processor	32-bit, <i>software upgradeable</i>
File Formats	FAT12, FAT16, FAT32
OBD II Protocols	J1850 (VPW, PWM), ISO 9141, ISO 14320 (KWP), and ISO 15765 (CAN bus) <i>protocols</i>

d. Chassis dynamometer

Chassis dynamometer pada penelitian ini digunakan hanya sebagai landasan agar kendaraan saat diuji tidak berpindah posisi. Chassis dynamometer yang digunakan pada penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Chassis Dynamometer

e. Tangki bahan bakar tambahan

Tangki Bahan Bakar Tambahan pada penelitian ini digunakan sebagai pengganti Tangki bahan bakar utama yang ada di mobil. Tujuannya untuk mempermudah penggantian bahan bakar.



Gambar 6. Tangki Bahan Bakar Tambahan

## 2.2. Bahan Bakar

### a. 1,2-Propylene Glycol

Tabel 4. Spesifikasi *Propylene Glycol*[8]

<i>Physical Properties</i>	<i>Units</i>	<i>Propylene Glycol USP/EP (PG USP/EP)</i>
<i>Chemical Name</i>		1,2-propanediol
<i>Formula</i>		C <sub>3</sub> H <sub>8</sub> O <sub>2</sub>
<i>CAS Number<sup>1</sup></i>		57-55-6
<i>EINECS Number</i>		200-338-0
<i>Molecular Weight</i>		76.1
<i>Boiling Point</i>	760 mm Hg, Å°F	369.3
<i>Boiling Point</i>	760 mm Hg, Å°C	187.4
<i>Vapor Pressure</i>	mm Hg, 77Å°F (25Å°C)	0.13
<i>Evaporation Rate</i>	(n-Butyl Acetate = 1)	1.57E-02

b. Premium (RON 88)[1]

Tabel 3.3 Spesifikasi Premium ron 88

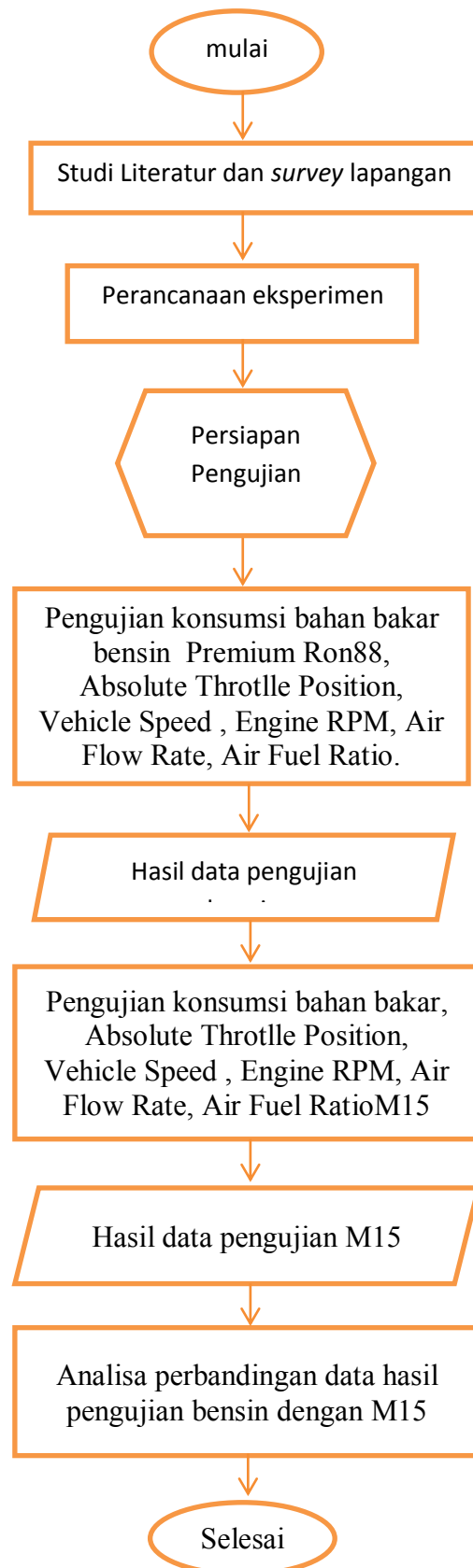
No.	Karakteristik	Bensin
1	Berat Molekul	100-105
2	Komposisi	(C)=85%; (H)=15%
3	S.G.	0.7-0.8
4	Densitas (Kg/L)	0.7-0.8
5	Boliling Temp ( $^{\circ}$ C)	27-255
6	Freezing point ( $^{\circ}$ C)	-57.7
7	Ignition Temp ( $^{\circ}$ C)	390-420
8	AFR	14.7
9	Octane number	80-99
10	Cetane Number	0-100

c. Metanol

Tabel 3. Spesifikasi Metanol[1]

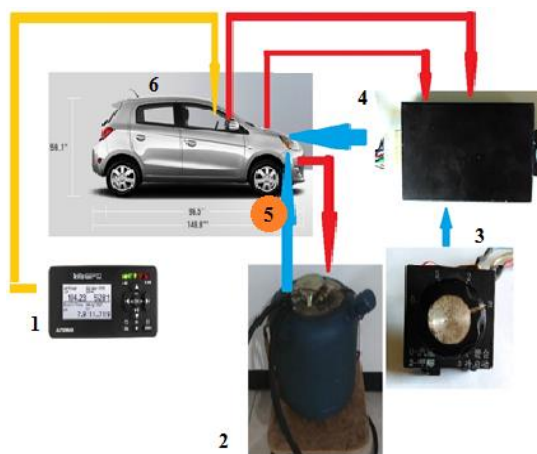
No.	Karakteristik	Metanol
1	Berat Molekul	32.04
2	Komposisi	(O) = 50%
3	S.G.	0.8
4	Densitas (Kg/L)	0.791
5	Boliling Temp ( $^{\circ}$ C)	64.5
6	Freezing point ( $^{\circ}$ C)	-97.7
7	Ignition Temp ( $^{\circ}$ C)	464
8	AFR	6.42
9	Octane number	111
10	Cetane Number	55-60

2.3. Diagram Alir Penelitian



Gambar 7. Diagram alir penelitian

Proses pengujian dilakukan di dalam Laboratorium Efisiensi dan Konservasi Energi Universitas Diponegoro, Semarang. Proses pengujian dilakukan pada posisi gigi ke-3 transmisi mobil. Proses pengambilan data parameter operasi mesin menggunakan Engine Scanner Auterra Dashdyno, dengan parameter yang diambil adalah kecepatan mobil, *air flow rate*, *fuel rate*, *(AFR) air fuel ratio*, *(ITA) ignition time advance*, *(ATP) absolute throttle position*, dan *instant economy*. Bahan bakar yang digunakan dimasukkan ke dalam tangki bahan bakar tambahan diluar tangki bahan bakar bawaan mobil, hal ini dilakukan agar mudah mengganti bahan bakar.



Gambar 8. *Experimental setup*.

Keterangan :

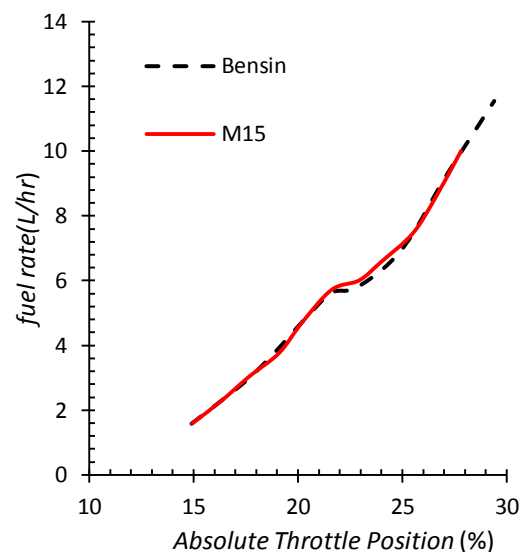
1. *Auterra DashDyno SPD™*
2. Tangki tambahan BBM
3. *Switch methanol injection Controller*
4. *Methanol Injection Controller*
5. *Chassis dynamometer*
6. Mobil Uji

Pada Gambar 8 menerangkan tentang penempatan pemasangan alat – alat yang digunakan pada percobaan ini. Yang pertama mobil diletakkan diatas *Chassis dynamometer*, kemudian Alat Auterra DashDyno SPD™ dipasang di port DLC mobil, Tangki tambahan BBM dipasang di jalur masuk bensin mobil dari tangki ke injector bensin, *Methanol injection controller* dipasang di injector bensin mesin mobil, dan

*Switch Methanol Injection Controller* dipilih pada opsi nomer 1.

### 3. Hasil dan Pembahasan

#### Hasil Pengujian

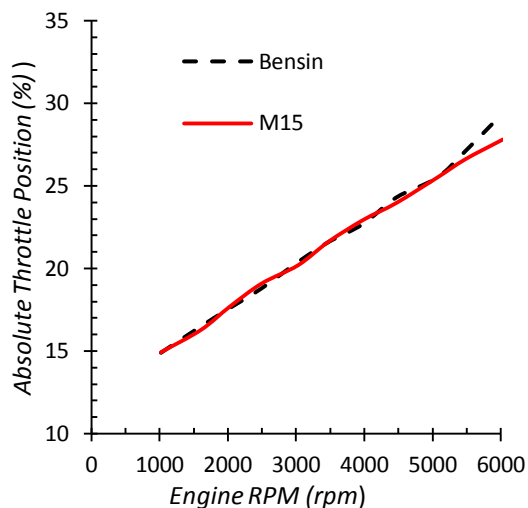


Gambar 9. Grafik *absolute throttle position versus fuel rate*

Pada grafik ATP *versus fuel rate* menunjukkan bahwa nilai *fuel rate* dari bensin dan M15 hampir sama. Pada grafik tersebut juga menunjukkan garis yang hampir linier. Fenomena kenaikannya pun hampir sama dengan grafik pada gambar 13. Hal ini menunjukkan bahwa pada daerah tersebut konsumsi bahan bakar kenaikannya lebih tinggi.

Kenaikan *fuel rate* yang hampir linier ini disebabkan karena nilai ATP ini akan mempengaruhi debit udara yang masuk ke ruang bakar, lalu ECU memerintahkan untuk menambah *fuel rate* agar nilai AFR nya tetap sesuai target yaitu 14,7. Dan jika dilihat pada Gambar 10, nilai AFR dari kondisi putaran mesin *idle* hingga 4000 rpm masih tetap di angka 14,63.

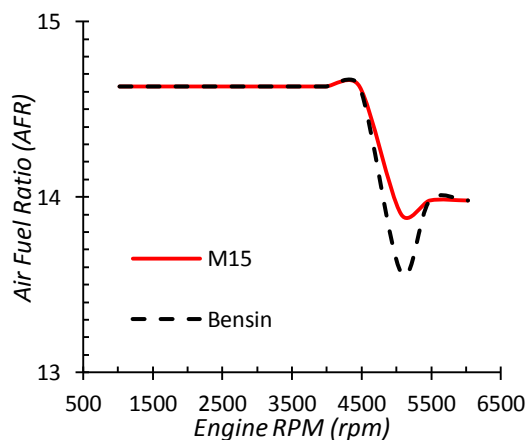




Gambar 10. Grafik engine speed versus absolute throttle position

Perbandingan nilai engine speed versus *ATP* akan terus sama atau grafiknya linier, dan pada grafik dijelaskan semakin besar bukaan pada *ATP* maka akan semakin cepat pula laju kendaraan.

Semakin besar nilai *ATP* menunjukkan semakin besar bukaan pedal throttle gas mobil, jika bukaan throttle semakin besar maka aliran udara yang masuk semakin banyak, ECU mobil akan memerintahkan untuk menyuplai bahan bakar yang lebih banyak untuk menyesuaikan target *AFR* yaitu 14,7. Hal ini mengakibatkan tenaga yang dihasilkan mesin semakin tinggi dan kecepatan putaran mesin mobil semakin tinggi.

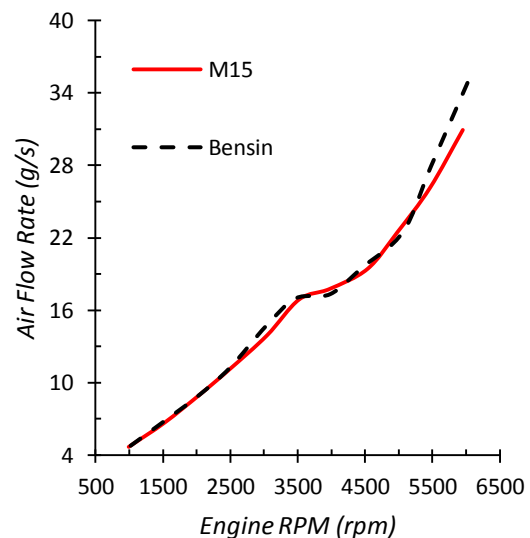


Gambar 11. Grafik engine speed versus AFR

Nilai *AFR* akan selalu sama dari putaran mesin rendah hingga 4000 rpm. Hal

ini terjadi karena pada daerah putaran mesin tersebut *AFR* masih dapat memenuhi target dari ECU yaitu 14,63. Akan tetapi setelah 4000 rpm Nilainya keluar dari target, hal ini dikarenakan prosesnya sudah menjadi *open loop*. Proses *open loop* ini dikarenakan kecepatan hitung ECU mobil sudah tidak mampu mengimbangi tingginya kecepatan putaran mesin, sehingga ECU tidak mampu menghitung berapa banyak bahan bakar yang harus disemprotkan ke ruang bakar dengan parameter – parameter operasi mesin lainnya.

Nilai *AFR* yang semakin rendah menandakan konsumsi bahan bakar yang lebih tinggi. Hal ini menjelaskan mengapa nilai konsumsi bahan bakar bensin premium pada Gambar 13 lebih boros pada kecepatan tinggi. Semakin rendah nilai *AFR* maka banyak bahan bakar yang diinjeksikan ke ruang bakar berbanding dengan udara yang masuk ke ruang bakar.

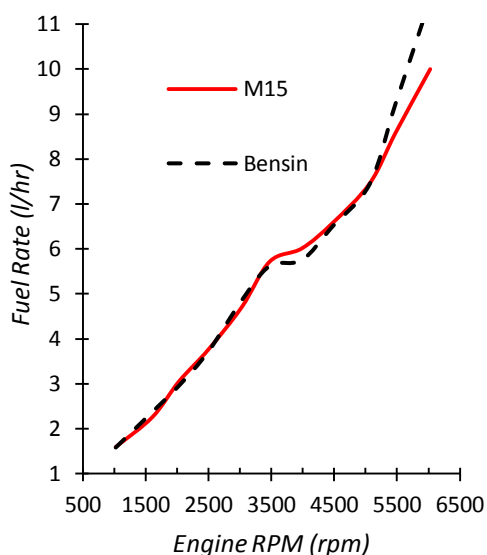


Gambar 12. Grafik engine speed versus air flow rate

Pada grafik engine speed versus *air flow rate* menunjukkan bahwa nilai *air flow rate* dari bensin dan M15 hampir sama, tetapi pada M15 laju penambahan nilai *air flow rate* akan lebih rendah pada engine speed 3500 – 4500 rpm. Pada grafik tersebut juga menunjukkan garis yang hampir linier, tetapi ada kenaikan laju penambahan nilai *air flow rate* yang cukup tajam pada engine speed 4500

– 6000 rpm. Grafik ini fenomenanya hampir sama dengan grafik pada gambar 13, karena perbandingan *air flow rate* dengan *flow rate* selalu sama hingga 4000rpm, hal ini seperti yang dijelaskan pada Gambar 11.

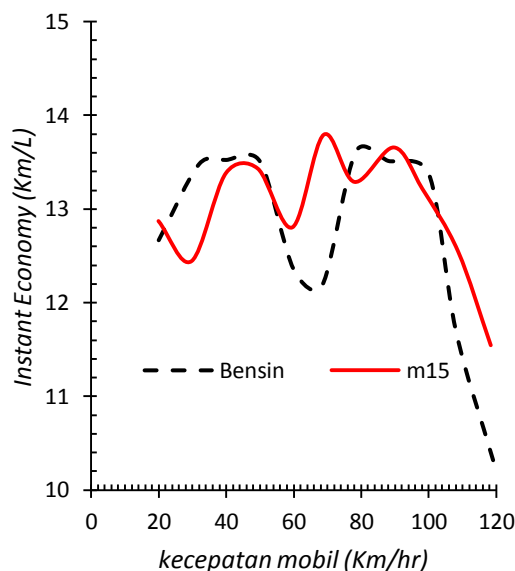
Sejalan dengan grafik engine speed versus *fuel rate*, semakin tinggi kecepatan putaran mesin mobil, maka dibutuhkan tenaga mesin yang lebih besar juga. Tenaga dari mesin disuplai oleh bahan bakar, semakin banyak bahan bakar yang terbakar di ruang bakar maka semakin besar pula tenaga yang dihasilkan mesin, sehingga kecepatan putaran mesin mobil ikut bertambah.



Gambar 13. Grafik engine speed versus fuel rate

Pada grafik engine speed versus *fuel rate* menunjukkan bahwa nilai *fuel rate* dari bensin dan M15 hampir sama, tetapi pada M15 laju kenaikan nilai *fuel rate* akan lebih rendah pada engine speed 3500 – 4500 rpm. Pada grafik tersebut juga menunjukkan garis yang hampir linier, tetapi ada kenaikan laju penambahan nilai *air flow rate* yang cukup tajam pada engine speed 4500 – 6000 rpm. Grafik ini fenomenanya hampir sama dengan grafik pada gambar 8, karena perbandingan *air flow rate* dengan *flow rate* selalu sama hingga 4000rpm, hal ini seperti yang dijelaskan pada Gambar 11.

Hal ini dikarenakan semakin tinggi kecepatan mobil, maka dibutuhkan tenaga mesin yang lebih besar juga. Tenaga dari mesin disuplai oleh bahan bakar, semakin banyak bahan bakar yang terbakar di ruang bakar maka semakin besar pula tenaga yang dihasilkan mesin, sehingga kecepatan putaran mesin mobil ikut bertambah.



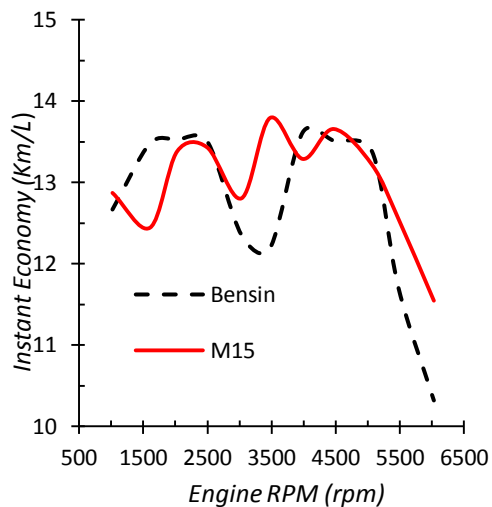
Gambar 14. Grafik Instant Economy versus kecepatan mobil

Grafik pada Gambar 14 ini dapat menjelaskan secara lebih mudah apa yang telah dijelaskan pada grafik pada Gambar 12 dan Gambar 13, terlihat jelas pada kecepatan mobil 50 – 70 km/jam dan 100 – 120 km/jam jarak yang dapat ditempuh mobil untuk tiap liter bahan bakar lebih pendek, sehingga kebutuhan udara yang masuk tinggi dan efisiensi konsumsi bahan bakarnya rendah.

Pada grafik kecepatan mobil versus *instant economy* terlihat pada kecepatan lebih dari 50 km/hr nilai *instant economy* M15 lebih tinggi, hal ini menandakan bahwa M15 lebih irit daripada bensin premium. Hal ini dimungkinkan karena nilai efisiensi pembakaran metanol lebih tinggi daripada bensin[7].

Bila dilihat dari nilai rata – rata *instant economy*, untuk bahan bakar M15 dapat menempuh jarak 13 Km/L dan untuk bensin dapat menempuh jarak 12,7 Km/L. Hal ini menunjukkan bahwa pemakaian M15

sebagai bahan bakar lebih irit daripada bensin.



Gambar 15. Grafik engine speed versus instant economy

Grafik pada Gambar 15 ini dapat menjelaskan secara lebih mudah apa yang telah dijelaskan pada grafik pada Gambar 12 dan Gambar 13, terlihat jelas pada kecepatan mobil 2500 – 4000 rpm dan 5000 – 6000 rpm jarak yang dapat ditempuh mobil untuk tiap liter bahan bakar lebih pendek, sehingga kebutuhan udara yang masuk tinggi dan efisiensi konsumsi bahan bakarnya rendah.

#### 4. Kesimpulan.

Pada grafik kecepatan mobil versus *instant economy* terlihat pada kecepatan lebih dari 3500 rpm nilai *instant economy* M15 lebih tinggi, hal ini menandakan bahwa M15 lebih irit daripada bensin premium. Hal ini dimungkinkan karena nilai efisiensi pembakaran metanol lebih tinggi daripada bensin[7].

Bila dilihat dari nilai rata – rata *instant economy*, untuk bahan bakar M15 dapat menempuh jarak 13 Km/L dan untuk bensin dapat menempuh jarak 12,7 Km/L. Hal ini menunjukkan bahwa pemakaian M15 sebagai bahan bakar lebih irit daripada bensin.

#### Daftar Pustaka

Vancoillie, J., Demuynck, J., Sileghem, L., Van De Ginste, M., Verhelst, S., Brabant, L. and Van Hoorebeke, L. (2013). The potential of methanol as a fuel for flex-fuel and dedicated spark-ignition engines. *Applied Energy*, 102, pp.140-149.

Google.co.id, 2015, Mitsubishi Mirage Gallery, <https://www.mitsubishicars.com/>.

Otoboy.com,2016, <http://otoboy.com/harga-mitsubishi-mirage/>.

PT. Pertamina,Material Safety Data Sheet Premium.

Manual book of Auterra DashDyno SPD™.

Manula book of Sukyong Gas Analyzer SY-GA 401.

Balki, M., Sayin, C. and Canakci, M. (2014). The effect of different alcohol fuels on the performance, emission and combustion characteristics of a gasoline engine. *Fuel*, 115, pp.901-906.

Dow.com. (2016). Propylene Glycol USP/EP | Dow Propylene Glycols. [online] Available at: [http://www.dow.com/propyleneglycol/products/pg\\_uspep.htm](http://www.dow.com/propyleneglycol/products/pg_uspep.htm) [Accessed 27 Mar. 2016].

Sinaga, N. (2013). Pelatihan teknik mengemudi smart driving untuk menurunkan emisi gas rumah Kaca dan menekan biaya transportasi angkutan darat.